

# Morphometrische Gehäuseausprägung bei *Littorina littorea* in Abhängigkeit zur Exposition des Standortes

Tina Heinrich; tinified@gmail.com  
Philipp Sachse; ph.sachse@googlemail.com

## Abstract

The large periwinkle *Littorina littorea* also known as common periwinkle is a common species to the Eulitoral and Sublitoral at the coasts of the Atlantic sea, North sea and Baltic sea. The focus of this research is the investigation of the influence of wave energy on the morphology of the gastropod shell. We investigate the shell size and thickness of populations of *L. littorea* from three habitats with different exposure to wave energy on the coast of the island Sylt at the town List (Germany). We found that the higher exposition to wave action at the locations mixed sediment mudflat and wave breaker has a direct influence of the morphological characters investigated resulting in an increasing height, width and thickness of *Littorina littorea* shells.

## Einleitung

Die Gemeine Strandschnecke *Littorina littorea* ist ein häufiger Vertreter des Litorals der Nordsee. Dieser Vertreter der Littorinidae (Strandschnecken) besitzt meist ein dunkles teilweise gebändertes Gehäuse. Die bis zu 7 wenig gewölbten Umgänge können eine Gesamtgröße von bis zu 4 cm aufweisen. *L. littorea* ist auf Weich- und Hartböden vor allem an Algen und Steinen in der Gezeitenzone zu finden.

Für die Morphologie der Gehäuse konnte zwischen verschiedenen Standorten eine hohe Variabilität bezogen auf die verschiedene Ein-

flussfaktoren nachgewiesen werden. Hierbei spielt der Prädationsdruck in Abhängigkeit von der Versauerung der Ozeane (Bibby et al. 2007), die Populationsdichte (Kemp 1983) und die Salinität (Hylleberg 1978) eine entscheidende Rolle. Auch die Exposition, bezogen auf die wirkende Wellenenergie, hat laut (Hylleberg 1978, Kühn & Mau 2015) einen Einfluss auf die morphologische Ausprägung der Gehäuse. So wurde gezeigt, dass Standorte mit einem erhöhten Wellenschlag eine geringe Höhe und eine zunehmende Dicke des Gehäuses zur Folge haben.

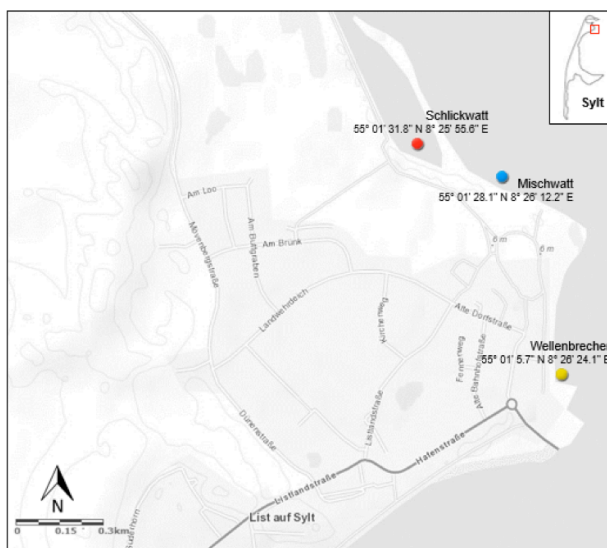


Abb. 1. Karte der drei untersuchten Habitate vor der Sylter Küste. Erstellt mit ArcGIS.

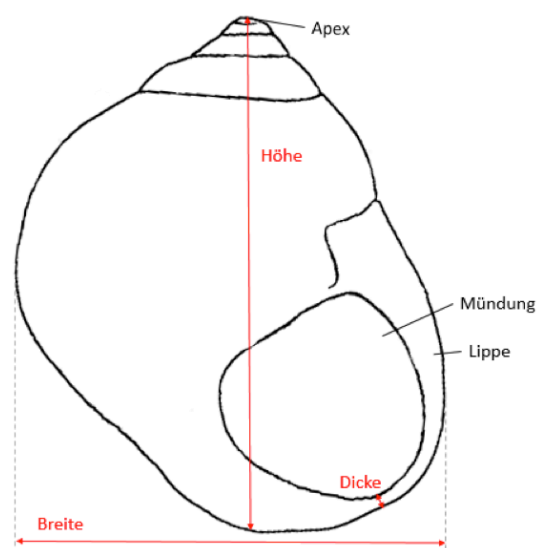


Abb. 2. Skizze zur Gehäusemorphologie von *Littorina littorea* und den verwendeten Maßen.

## Material und Methoden

Als Untersuchungsorte dienten drei verschiedenen Habitate, das Schlickwatt (55° 01' 31.8" N 8° 25' 55.6" E) und das Mischwatt (55° 01' 28.1" N 8° 26' 12.2" E) und der Wellenbrecher vor dem Erlebniszentrum Naturgewalten in List (Sylt) (55° 01' 5.7" N 8° 26' 24.1" E) (Abb. 1). Beim Schlick- und Mischwatt handelt es sich um Weichsubstrate, wobei das Schlickwatt durch eine vorgelagerte Landzunge weniger stark der Wirkung der Wellenenergie ausgesetzt ist. Bei dem Wellenbrecher handelt es sich um ein Hartsubstrat. Die freiliegenden Flächen wurden jeweils bei Niedrigwasser nach *Littorina littorea* abgesucht. In den Watten erfolgte das Sammeln der Versuchstiere oberflächlich, vor allem an Algen oder leicht eingegraben im Sediment. Am Wellenbrecher mussten bei Niedrigwasser die Steine umgedreht werden, von denen dann die Individuen abgesammelt werden konnten. Das Sammeln der Gemeinen Strandschnecke erfolgte zwischen dem 05. - 08.10.2017.

Die gesammelten Individuen wurden anschließend im Labor mit einem Messschieber vermessen. Dabei wurden die Höhe vom Apex bis zum unteren Lippenrand, die Breite senkrecht zur Höhe an den breitesten Stellen der letzten Windung und die Dicke an der dünnsten Stelle der Lippe ermittelt (Abb. 2).

Um die Ausprägung der Gehäusemaße mit der Exposition zu den Gezeiten in Verbindung zu setzen und auf signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Habitaten testen zu können, wurden nur lebende Individuen für die Auswertung

verwendet. Mit den Strömungen können leere Gehäuse in die Habitate eingetragen werden. Um eine Verzerrung der Daten durch nicht habitatspezifische, von Wellen eingetragene Gehäuse auszuschließen, wurden diese leeren Gehäuse bei der Auswertung der Daten nicht berücksichtigt. Ebenfalls aussortiert wurden Individuen mit beschädigten oder bewachsenen Gehäusen, an denen die Maße nicht wie oben beschrieben aufgenommen werden konnten, sowie Jungtiere unter einer Mindestgröße von 15 mm.

Die statistische Analyse erfolgte mit ANOVA (analysis of variance) ein statistisches Verfahren, welches auf große Stichprobengrößen angewendet werden kann um Unterschiede innerhalb und zwischen mehreren Untersuchungsgrößen aufzuzeigen. Mittels ANOVA können so komplexe Datenmengen auf ihre Varianzverteilung statistisch untersucht werden. Da die Untersuchung der unabhängigen Variable der Exposition auf die Morphologie des Gehäuses der Gemeinen Strandschnecke *Littorina littorea* drei abhängige Variablen enthält (Höhe, Breite, Dicke) kommt eine multifraktionale Varianzanalyse zum Einsatz. Dies bewerkstelligten wir in unserer Untersuchung mit dem Datenanalyse-Programm „ezANOVA“, welches als Freeware im Internet zur freien Nutzung zur Verfügung stand (ezANOVA 2017).

Als Grundlage für ANOVA wurden die erfassten Daten zur Gehäuse Höhe, Breite und Dicke auf eine Normalverteilung untersucht.

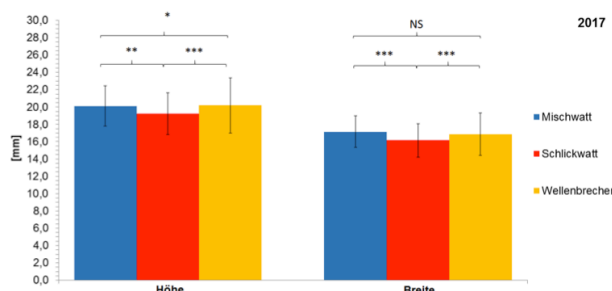


Abb. 3. Mittelwerte, Standardabweichung und Signifikanzlevel der Höhe und Breite des Gehäuses von *Littorina littorea*, gemessen an drei Standorten im Wattenmeer vor Sylt. Statistisch signifikante Unterschiede wurden mit „Dunn’s multiple comparison test“ berechnet, Signifikanzniveaus angegeben nach folgendem Schlüssel: \*\*\* =  $p < 0,001$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \* =  $p < 0,05$ ; NS =  $p < 1$ .

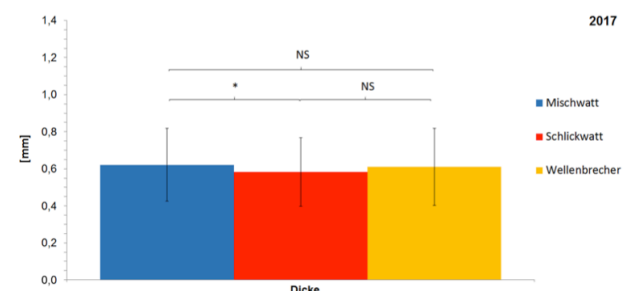


Abb. 4. Mittelwerte, Standardabweichung und Signifikanzlevel der Dicke des Gehäuses von *Littorina littorea*, gemessen an drei Standorten im Wattenmeer vor Sylt. Statistisch signifikante Unterschiede wurden mit „Dunn’s multiple comparison test“ berechnet, Signifikanzniveaus angegeben nach folgendem Schlüssel: \*\*\* =  $p < 0,001$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \* =  $p < 0,05$ ; NS =  $p < 1$ .

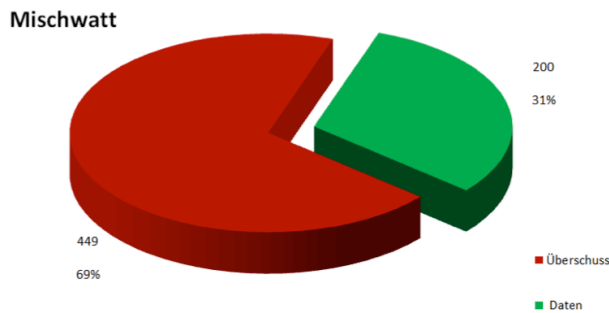


Abb. 5. Verteilung der entnommenen Individuen und der dafür notwendigen Exemplare, welche aus dem Mischwatt entnommen wurden. In Grün sind die 200 Individuen dargestellt und in Rot die aussortierten toten Exemplare bzw. Die Exemplare mit kaputten Gehäuse.

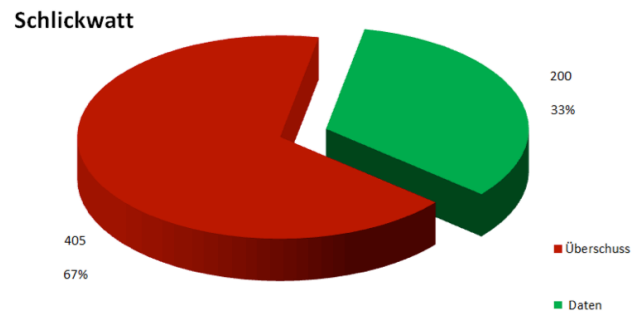


Abb. 6. Verteilung der entnommenen Individuen und der dafür notwendigen Exemplare, welche aus dem Schlickwatt entnommen wurden. In Grün sind die 200 Individuen dargestellt und in Rot die aussortierten toten Exemplare bzw. Die Exemplare mit kaputten Gehäuse.

## Ergebnisse

Den drei unterschiedlich exponierten Standorte sind jeweils 200 Individuen entnommen wurden. Diese gleiche Anzahl entstammt einer unterschiedlichen Anzahl an eingesammelten Individuen aus denen die 200 Individuen hervorgingen. Dem Mischwatt mussten 649 Individuen entnommen werden. Dem Schlickwatt 605 und dem Wellenbrecher 536 Individuen. Dabei ist festzustellen, dass der Anteil toter Exemplare bzw. Exemplare mit kaputtem Gehäuse im Mischwatt mit 449 am höchsten ausfiel. Im Schlickwatt nahm die Anzahl mit 405 geringfügig ab und am Wellenbrecher war diese am geringsten mit 336 Exemplaren (siehe Abbildung 5-7).

Die ermittelten Ergebnisse wurden auf statistische Signifikanz mit nicht-parametrischen Tests (siehe Material & Methoden) untersucht und ergaben folgende Werte (Tabelle 1). Im Mischwatt wurde eine durchschnittliche Höhe des Gehäuses von 20,12 mm mit einer Standardabweichung von 2,31 mm ermittelt. Im Schlickwatt betrug die durchschnittliche Höhe des Gehäuses 19,23 mm mit einer Standardabweichung von 2,42 mm und an dem Wellenbrecher betrug die durchschnittliche Höhe des Gehäuses von 20,19 mm mit einer Standardabweichung von 3,17 mm. Die Untersuchung auf statistische Signifikanz zeigte, dass signifikante Unterschiede ( $p < 0,01$ ) zwischen Mischwatt und Schlickwatt festzustellen waren. Das Mischwatt und der Wellenbrecher weisen eine statistische Signifikanz von  $p < 0,05$  auf und das Schlickwatt und der Wellenbrecher eine statistische Signifikanz von  $p < 0,001$  (Abb. 3). Die Breite der untersuchten Individuen der drei exponierten Standorte fiel ebenfalls unterschied-

lich aus. Es konnte eine durchschnittliche Breite des Gehäuses von 17,14 mm für das Mischwatt ermittelt werden. Die Standardabweichung betrug 1,83 mm. Im Schlickwatt betrug die durchschnittliche Breite des Gehäuses 16,15 mm mit einer Standardabweichung von 1,95 mm und für den Wellenbrecher konnte eine durchschnittliche Breite des Gehäuses von 16,86 mm mit einer Standardabweichung von 2,43 mm ermittelt werden. Hierbei wurden ebenfalls die statistischen Signifikanzen ermittelt. Beim Mischwatt und Schlickwatt betrug diese  $p < 0,001$ . Die ermittelten Einzelwerte von Mischwatt und Wellenbrecher weisen signifikante Unterschiede von  $p < 1$  auf, welches ebenfalls für das Schlickwatt und Wellenbrecher ( $p < 0,001$ ) ermittelt werden konnte (Abb. 3).

Den Abschluss der Untersuchung bildete die Ermittlung der durchschnittliche Dicke der Gehäuse an den drei exponierten Standorten. Es konnte für das Mischwatt eine durchschnittliche Dicke des Gehäuses von 0,62 mm mit einer Standardabweichung von 0,20 mm ermittelt werden. Im Schlickwatt betrug die durchschnittliche Dicke des Gehäuses 0,58 mm mit einer Standardabweichung von 0,19 mm und für den Wellenbrecher konnte eine durchschnittliche Dicke des Gehäuses von 0,61 mm mit einer Standardabweichung von 0,21 mm ermittelt werden. Die Ermittlung der statistischen Signifikanz ergab folgende Ergebnisse. Für das Mischwatt und Schlickwatt betrug diese  $p < 0,05$ . Die ermittelten Einzelwerte des Mischwatts und des Wellenbrechers sowie des Schlickwatts und des Wellenbrechers weisen keinerlei statistische Unterschiede ( $p < 1$ ) auf (Abb. 4).

Im Vergleich zur Untersuchung der Gehäusemorphologie der Gemeinen Strandschnecke *L. littorea* durch Kühn & Mau (2015) konnten wir feststellen, dass die mittlere Gehäusehöhe im Mischwatt und an dem Wellenbrecher leicht höher ausfiel (+ 0,08 mm / + 0,64 mm), während im Schlickwatt eine Verringerung der durchschnittlichen Gehäusehöhe um - 1,14 mm festzustellen war. Jedoch fiel die Varianzbreite in den Stichproben der drei Standorte höher aus. Eine Verringerung des nächsten morphologischen Parameters der Breite, im Vergleich zu Kühn & Mau (2015) ist bei allen drei Standorten ermittelt worden (Mischwatt: - 1,46 mm / Schlickwatt: - 2,01 mm / Wellenbrecher: - 1,08 mm). Diese Tendenz der Verringerung der Mittelwerte eines Parameters ist ebenfalls bei der Dicke des Gehäuses dieser Untersuchung fest zu stellen (Mischwatt: - 0,14 mm / Schlickwatt: - 0,06 mm / Wellenbrecher: - 0,22 mm) (Tab. 1).

Des Weiteren wurde die Normalverteilung der Einzelwerte für die Höhe, Breite und Dicke des

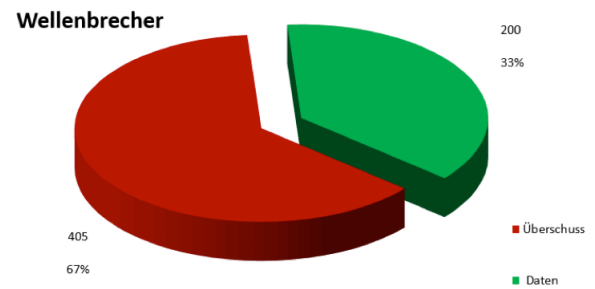


Abb. 7. Verteilung der entnommenen Individuen und der dafür notwendigen Exemplare, welche aus dem Wellenbrecher entnommen wurden. In Grün sind die 200 Individuen dargestellt und in Rot die aussortierten toten Exemplare bzw. Die Exemplare mit kaputten Gehäuse.

Gehäuses von *L. littorea* ermittelt (Abb. 8-10). Dabei ist festzustellen, dass alle Werte normal verteilt sind und der typischen Gauß-Kurve entsprechen. Deshalb kann die Anwendung der ANOVA zur Ermittlung der statistischen Signifikanz empfohlen werden.

## Diskussion

Die notwenige Anzahl an Exemplaren der Gemeinen Strandschnecke *Littorina littorea*, welche aus den drei verschiedenen Standorten entnommen werden mussten um die notwendigen Stichprobengröße von 200 lebenden Individuen zu erhalten, ergab einen ersten Hinweis auf die Unterschiede zwischen den Habitaten. Die hohe Anzahl an entnommenen Exemplaren von 449 im Mischwatt zeigte die offene, ungeschützte Lage der *L. Littorea*, d.h. die Gemeine Strandschnecke war im Mischwatt stark den Gezeiten und der damit verbundenen Wirkung der Wellenenergie ausgesetzt, was die hohe Anzahl an toten bzw. Exemplaren mit beschädigtem Gehäuse erklären könnte. Dies konnte bereits durch Kemp &

Bertnes (1984) gezeigt werden, dass bei schnell wachsenden Schnecken die Ausbildung der Gehäusedicke verringert ist und dies mit eine Ursache für die hohe Anzahl an beschädigten Gehäusen sein könnte. Sie interpretieren diese Erkenntnis mit einer fixen, maximalen Sekretion von Calciumcarbonat, welches zur Ausbildung des Gehäuses zur Verfügung steht. Im Bezug zu unserer Untersuchung bedeutet dies, dass die hohe Exposition im Mischwatt und dem damit verbundenen höheren Einfluss des Wellenschlags, die Schnecke in Ihrer Gehäuseausbildung durch die limitierte Sekretion von Calciumcarbonat eingeschränkt war. Somit überwiegt der Kräfteeinfluss des Wellenschlages gegenüber der Gehäuseausbildung von *L. Littorea*. Dies begründet, dass *L. Littorea* sich veranlasst sieht dickere Gehäuse gegen den höheren Einfluss des Wellenschlages zu entwickeln. Hierbei untermauerte es die Hypothese des erhöhten Dickenwachstums als morphologische Reaktion auf die Wirkung der Wellenenergie. Dies steht im Kontext mit der Erkenntnis in der Publikation von (Kühn & Mau 2015), wo eine Erhöhung der Gehäusehöhe

Tabelle 1. Mittelwerte und Standarabweichung für die Morphologie des Gehäuses an den drei Standorten der Exposition.

	Höhe [mm]	Breite [mm]	Dicke [mm]
Mischwatt	20,12 ± 2,30	17,13 ± 1,83	0,62 ± 0,20
Schlickwatt	19,22 ± 2,42	16,15 ± 1,95	0,58 ± 0,19
Wellenbrecher	20,18 ± 3,17	16,86 ± 2,43	0,64 ± 0,21



## Schneckengehäuse und Wellengang

bei erhöhter Exposition postuliert wurde. Somit konnte beim Schlickwatt die Hypothese des erhöhten Dickenwachstums bei erhöhter Exposition untermauert werden. Abschließend konnte festgestellt werden, dass die Exposition in dem Wellenbrecher und der damit einhergehenden erhöhten Aussetzung gegenüber den Gezeiten, aufgrund des erhöhten Wellenschlages (Kühn & Mau 2015), ein erhöhtes Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum verursachte. Trotz zahlreicher Schutzmöglichkeiten, in Form von Zwischenräumen zwischen den Steinen sowie eines erhöhten Algenwachstums auf diesen Steinen (Beobachtung während der Sammlung von *L. littorea* an dem Wellenbrecher), welches eine geringere Ausprägung der morphologischen Parameter wie im Schlickwatt bedingen würde, kommt es hierbei zu dieser morphologisch stärker ausgeprägten Entwicklung. Ebenfalls konnte bereits durch Hylleberg (1987) nachgewiesen werden, dass eine erhöhte Exposition zu den Gezeiten in einem erhöhten Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum des Gehäuses resultiert. Dies untermauert unsere hypothetische Annahme ebenfalls.

Ein weitere Faktor, welche das Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum des Gehäuses beeinflussen könnte wäre der Prädator *Carcinus maenas* (Gemeine Strandkrabbe). Dieser sei ebenfalls ein Bewohner des Mischwatts (Schmidt & Schunke 2015) und beeinflusste die Gemeine Strandschnecke in Ihrer Abundanz und Vitalität stark (Bibby 2007). Dieser Prädator besäße durch seine Vagilität einen starken Einfluss, auch über seine Habitatgrenzen hinaus und könnte neben der Anpassung des Gehäuses, in Form von höherem Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum, auch zahlreiche beschädigte Gehäuse verursachen.

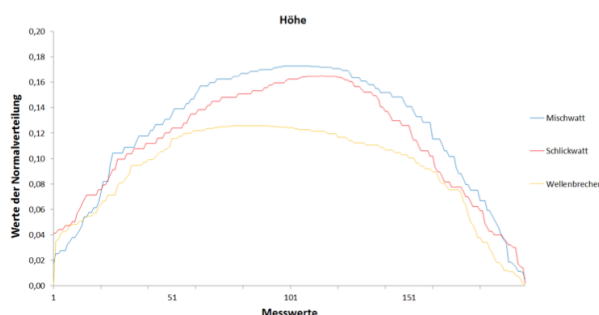


Abb. 8. Normalverteilung der Messwerte für die Höhe an den drei Standorten.

Im Zuge dessen, stellen befestigte Küstenbereiche (Wellenbrecher) geeignete Versteck- & Schutzmöglichkeiten dar, welche *L. littorea*, trotz der Anwesenheit des vagilen Prädator *C. maenas*, nutzen könnte um sich dem Prädationsdruck zu entziehen. Somit könnte trotz des hohen Einflusses des Wellenschlages am Standort Wellenbrecher ein höheres Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum ermöglicht werden. Jedoch wurde bereits postuliert, dass Prädationsdruck durch ein erhöhtes Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum vermindert werden könnte, da der Prädator *C. maenas* die Gemeine Strandschnecke mit einer Gehäusegröße > 18 mm nicht konsumiert (Hadlock 1980). Dies bedeutet, dass die Kombination aus vorhandenen Schutzmöglichkeiten und aktiver Schutzmaßnahmen, in Form von erhöhtem Gehäusewachstum, die hohe Anzahl an vitalen und größeren Gehäuse von *L. littorea* im Wellenbrecher verursachen könnte. Im Gegensatz dazu steht die offene Exposition der Strandschnecken im Mischwatt, wobei keinerlei Schutzmöglichkeiten vorhanden sind und die Kombination aus offener Lage und vagilem Prädator das Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum vermindern könnte.

Im Vergleich dazu stellt das Schlickwatt ein günstigeres Habitat für die Gemeine Strandschnecke dar. Hierbei konnte die geringere Exposition zum Wellenschlag durch die vorgelagerte Sandbank einen positiven Einfluss haben (Abb.1), verglichen mit dem Wellenschlag im Wellenbrecher. Somit könnte ein erhöhtes Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum durch die Gemeine Strandschnecke in diesem Habitat ermöglicht werden, trotz geringerer Schutzmöglichkeiten vor dem vagilen Prädator *C. maenas*.

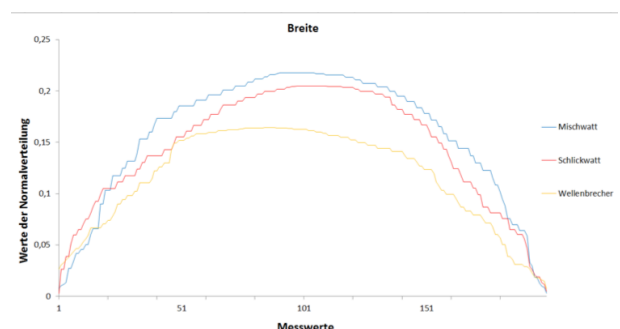


Abb. 9. Normalverteilung der Messwerte für die Breite an den drei Standorten.

Dies untermauert die Ergebnisse bezüglich Höhe, Breite und Dicke des Gehäuses, da die Schutzmöglichkeiten und die geringere Exposition zum Wellenschlag eine morphologisch, stärkere Ausprägung nicht zwingend notwendig mache. Dies zeigte sich in allen drei untersuchten, morphologischen Kategorien, welche alle am niedrigsten ausgefallen waren. Inwieweit sich die Balance zwischen den gegensätzlichen Faktoren des erhöhten Prädationsdrucks und der geringeren Exposition auf das Gehäusewachstum von *L. littorea* auswirkt, konnte somit nicht eindeutig geklärt werden. Jedoch konnte gezeigt werden, dass die Exposition im Schlickwatt, mit einem weniger stark ausgeprägten Wellenschlag, ebenfalls einen Einfluss hatte, welcher sich aber geringer in der Morphologie der Gemeinen Strandschnecke widerspiegelte.

Diese Feststellung konnte durch die Berechnung des Dicke-Höhe-Verhältnis untermauert werden. Das Schlickwatt mit seinem Dicke-Höhe-Verhältnis von 0,0323 unterstützt unsere Hypothese, da der geringe Einfluss des Wellenschlags auf die Gehäuse von *L. littorea* ein geringeres Dicke-Höhe-Verhältnis verursachen würde. Das Dicke-Höhe-Verhältnis im Mischwatt von 0,0447 zeigte die geringe Ausbildung der Dicke im Verhältnis zur Höhe, welches eine geringe Ausbildung der Dicke des Gehäuses durch den hohen Einfluss des Wellenschlags aufweist. Dies steht im Widerspruch zu unserer Hypothese. Jedoch konnte im Wertebereich  $< 16$  mm der Höhe ein geringeres Dicke-Höhe-Verhältnis festgestellt als in den beiden anderen Standorten. Dies würde wiederum unsere Hypothese eines erhöhten Dickenwachstums bei erhöhter Exposition stützen. Der Wellenbrecher mit seinem geringsten Dicke-Höhe-Verhältnis von 0,0311 entkräftet wiederum unsere Hypothese, da hier

der größte Einfluss durch den Wellenschlag festzustellen war. Dies konnte aber an den vorhandenen Schutzmöglichkeiten im Wellenbrecher liegen, welches in einer geringeren Ausbildung der Dicke des Gehäuses resultierte.

Die Unterschiede der morphologischen Ausprägung in unserer Untersuchung zur Studie der Gehäusmorphologie der Gemeinen Strandschnecke *L. littorea* durch Kühn & Mau (2015) können daher nur mit einem geringeren Prädationsdruck erklärt werden. Weiterhin könnte die Verringerung der Gehäusedicke in unserer Untersuchung auf die geringere Stichprobengröße von 200 Individuen am Wellenbrecher verglichen mit den Daten von 2015 (314 Individuen) zurück zu führen sein. Hierbei wurden unsererseits nicht ausreichend Exemplare vermessen, welche als ermittelte Einzelwerte die Ergebnisse bezüglich Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum erhöhen könnten. Jedoch war die Vergleichbarkeit unserer ermittelten Werte, aufgrund der identischen Stichproben von 200 Individuen als höher zu bewerten. Weiterhin stellte die Austerbank von Kühn & Mau (2015), ein in seiner Exposition stärker den Gezeiten ausgesetztes Habitat dar, als das von uns untersuchte Mischwatt, so dass eine direkte Vergleichbarkeit der Werte als nicht hinreichend gut bewertet werden musste.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass ein erhöhtes Höhen-/Breiten- und Dickenwachstum der Gemeinen Strandschnecke *Littorina littorea* bei erhöhter Exposition zu den Gezeiten für den Wellenbrecher und das Mischwatt gezeigt werden konnten. Im Kontrast dazu ist diese Hypothese für das Schlickwatt abzulehnen. Jedoch spielen

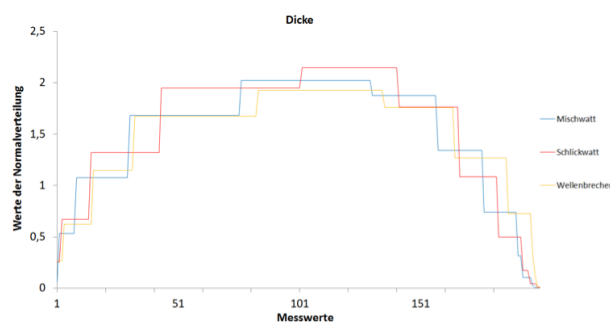


Abb. 10. Normalverteilung der Messwerte für die Dicke an den drei Standorten.

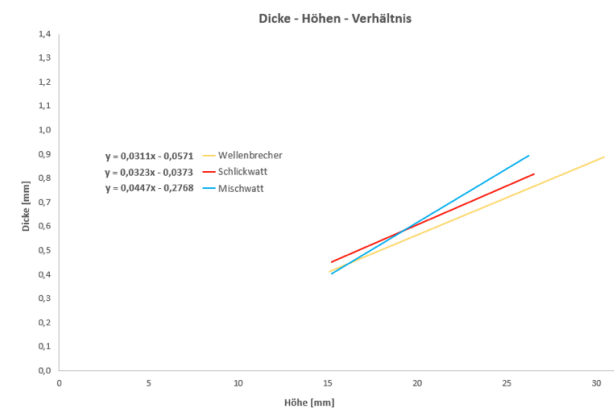


Abb. 11. Dicke-Höhen-Verhältnis der Gehäuse für die drei Standorte.

hierbei neben dem Einfluss der Gezeiten, auch weitere Faktoren eine Rolle, welche in Zukunft genauer untersucht werden sollten um unsere Hypothese zu untermauern. Falls diese Faktoren (Prädation, Schutz- & Rückzugsmöglichkeiten) keinerlei Korrelation mit der Gehäuseausbildung

der Gemeinen Strandschnecke *Littorina littorea* aufweisen, kann unsere Hypothese als korrekt angesehen werden und steht in einer Reihe mit den Erkenntnissen von Kemp & Bertnes (1984), Hylleberg (1987) und (Kühn & Mau 2015).

## Literatur

ArcGIS Online Kartenerstellungswerkzeug, <https://www.arcgis.com/features/index.html> verfügbar am 09.10.2017, 16.25 Uhr.

Bibby, R. et al. (2007): Ocean acidification disrupts induced defences in the intertidal gastropod *Littorina littorea*. *Biology Letters*, 3: 699-701.

ezANOVA, free program for analyzing data, <http://www.cabiatl.com/micro/ezanova/>: verfügbar am 08.10.2017, 10.38 Uhr.

Hadlock, R. P. (1980). Alarm response of the intertidal snail *Littorina littorea* (L.) to predation by the crab *Carcinus maenas* (L.). *The Biological Bulletin*, 159(2): 269-279.

Hylleberg, J., Christensen, J.T. (1978): Factors affecting the intraspecific competition and size distribution of the periwinkle, *Littorina littorea* (L.) *Natura Jutlandica*, 20: 193-202.

Kemp, P., Bertness, M.D. (1984): Snail shape and growth rates: Evidence for plastic shell allometry in *Littorina littorea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81: 811-813.

Kühn, J., Mau, M. (2015): Morphometrische Gehäuseunterschiede bei *Littorina littorea* an verschieden exponierten Standorten. (List, Sylt). *Proceedings in Marine Biology*, 2: 1-5.

Schmidt, M., Schunke, V. (2015): Analysing consumption rate and prey preferences of *Carcinus maenas* L. (List, Sylt). *Proceedings in Marine Biology*, 2: 25-30.